

Separador agua/aceite SENTIMAR (Gefico)



CENTRO ANDALUZ SUPERIOR DE ESTUDIOS MARINOS (CASEM)
Taller de Maquinaria Auxiliar

Antonio J Rivera Valdés / Francisco Sibón Pereira
Dpto. de Máquinas y Motores Térmicos



Separador agua/aceite SENTIMAR (Gefico)

- Descripción general
- Panel de control
- Puesta en funcionamiento
- Sensores de nivel
- Mantenimiento del equipo



1. DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1. Función

- **Función de un separador de hidrocarburos/agua**:
  - Separar dichos elementos cuando aparecen mezclados en depósitos o sentinas, en tierra o a bordo de los buques

- **Separador SENTIMAR**:
  - Puede separar grados elevados de concentraciones de hidrocarburos
  - Puede operar de forma automática o manual
  - Construido conforme al protocolo de MARPOL 73/78 Anexo I, Resolución IMO A-393 (X), siendo apto para su instalación a bordo





1.2. Componentes del separador

- Elementos que constituyen este separador:



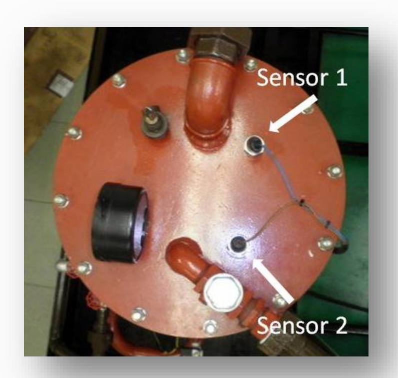
Bomba de alimentación

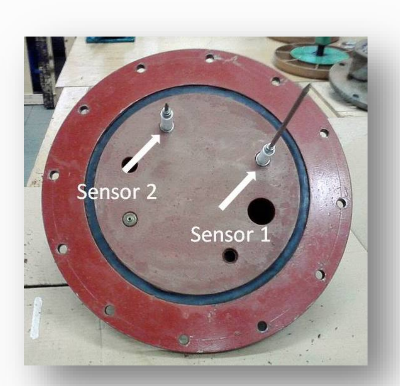


Conjunto de válvulas de maniobra



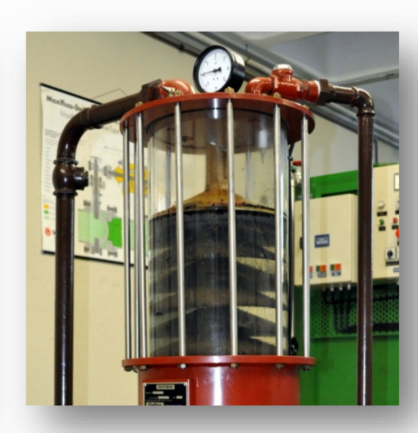
Panel de control





Sensores de hidrocarburos

Separador de placas



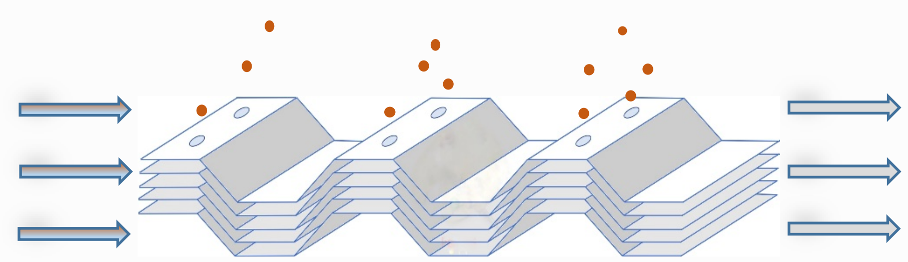
Cámara de decantación



1.3. Principios de funcionamiento (i)

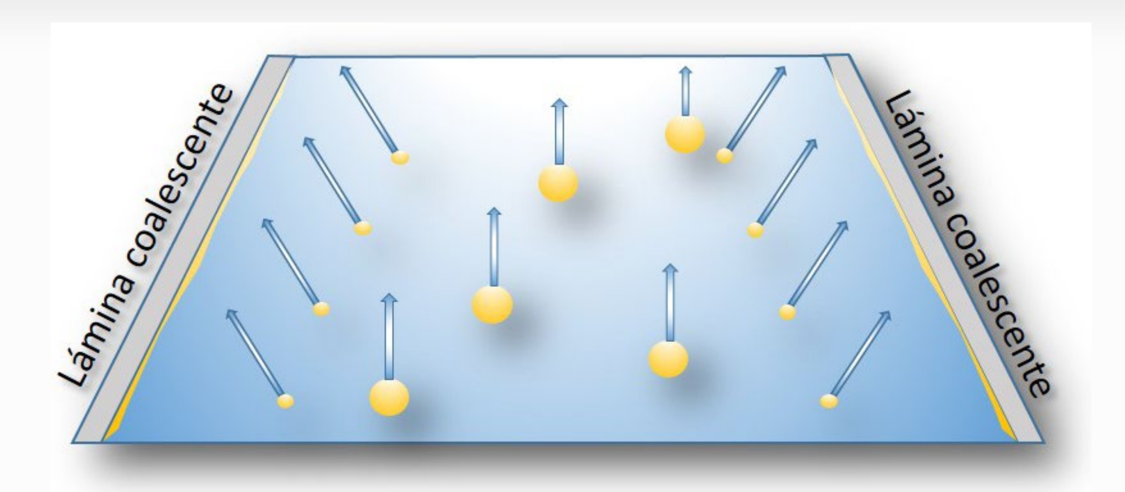
- **Misión de un separador de sentinas:** procesar el agua almacenada en la sentina de un buque, la cual puede contener restos de hidrocarburos, para obtener un efluente limpio, con una concentración de hidrocarburos inferior a **15 ppm** (OMI - Resolución MEPC 107 (49) de 18 de julio de 2003).

- Separador de sentinas SENTIMAR: utiliza el sistema de separación mediante ***coalescencia***, consistente en la unión continuada de partículas y/o gotas de aceite de reducido tamaño para que esta unión vaya formando gotas de mayor diámetro y que las mismas, por diferencia de densidad, puedan ascender en un medio acuoso.

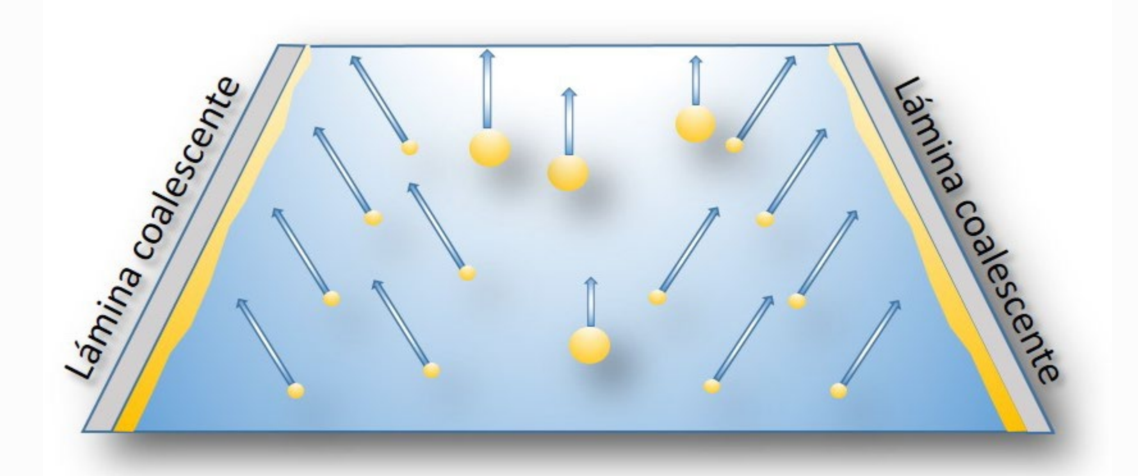




1.3. Principios de funcionamiento (ii)



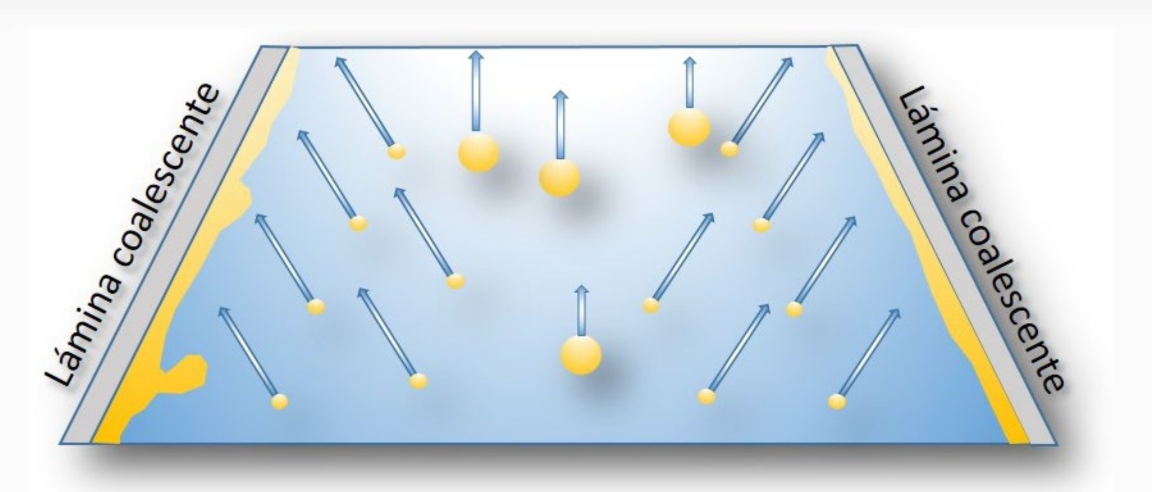
Las pequeñas gotas de hidrocarburo existentes en el agua se adhieren al material coalescente.



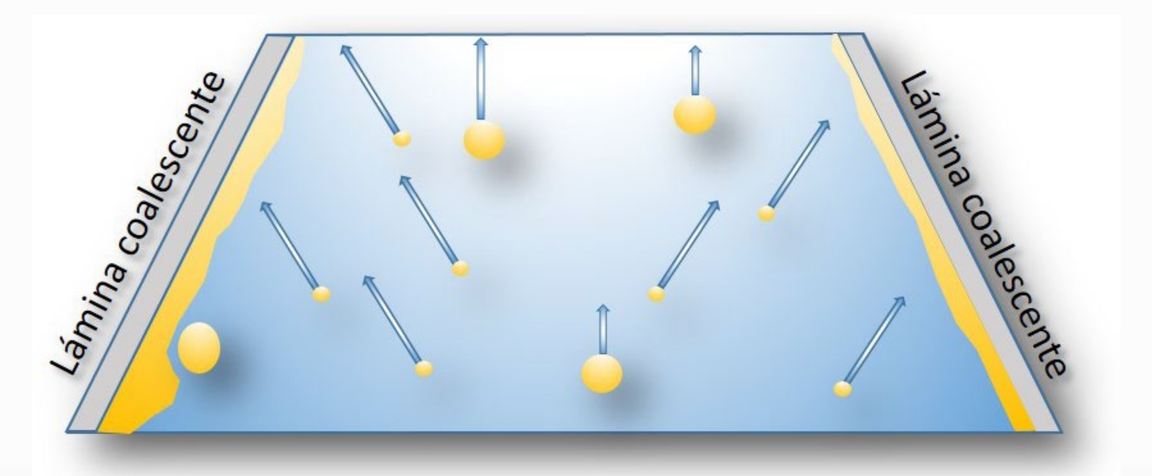
La capa formada de gotas de hidrocarburo adquiere mayor grosor, conforme avanza el proceso de separación.



1.3. Principios de funcionamiento (iii)



El empuje, debido al volumen creciente del hidrocarburo, es superior a la de adherencia, haciendo que se desprenda una gota del mismo.



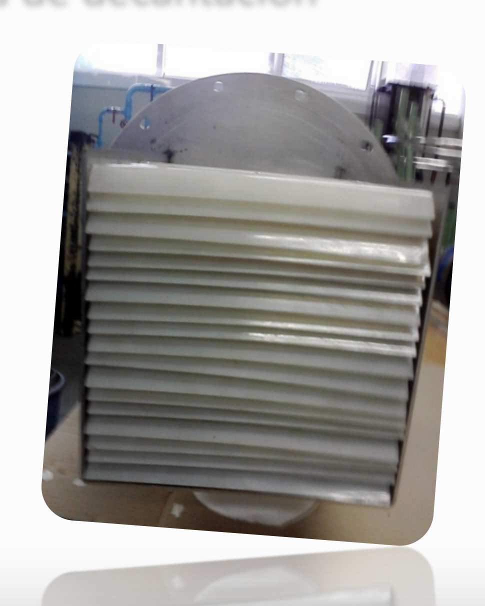
La gota de hidrocarburo desprendida asciende libremente hacia la superficie.



1.3. Principios de funcionamiento (iv)

- **Filtro:** fabricado de polipropileno

- Este material hace que, al entrar en contacto con el agua aceitosa, el aceite contenido en el agua se vea atraído por los gránulos del polipropileno, repeliendo el agua, por lo que se produce una acumulación de gotas de aceite de tal tamaño que son capaces de flotar, desprendiéndose del filtro y ascendiendo hacia la cámara de decantación



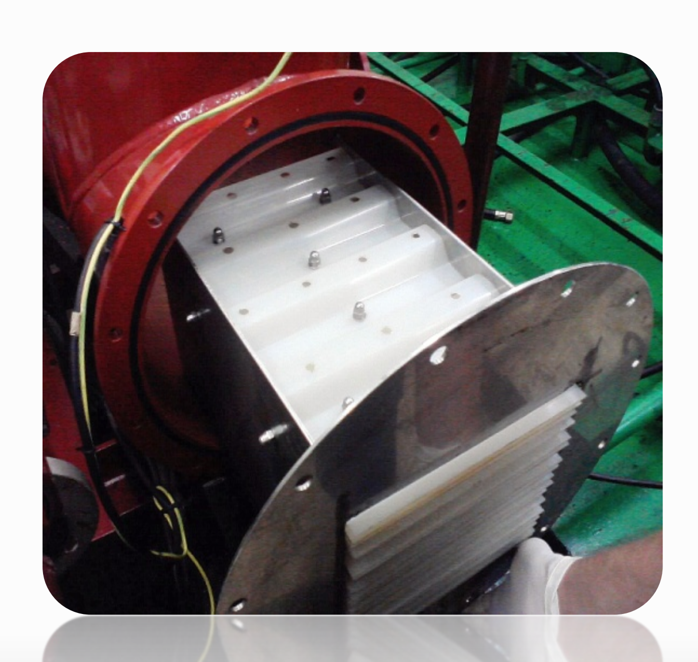


1.3. Principios de funcionamiento (v)

• En base a estos principios está construido el separador de sentinas SENTIMAR, con dos partes bien diferenciadas:

- **Cámara de decantación**
- **Separador laberíntico**



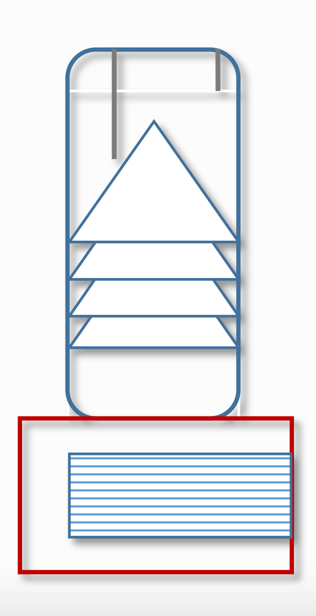


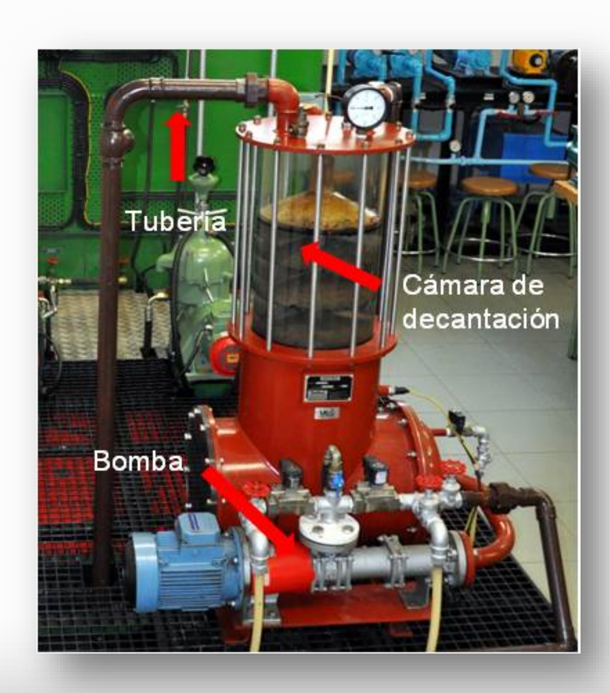


1.3. Principios de funcionamiento (vi)

Funcionamiento:
El efluente (compuesto por agua/hidrocarburos) procedente de la sentina de la unidad, llega hasta el separador a través de una tubería

Esta tubería es de un diámetro considerablemente más reducido que el diámetro de la cámara de decantación



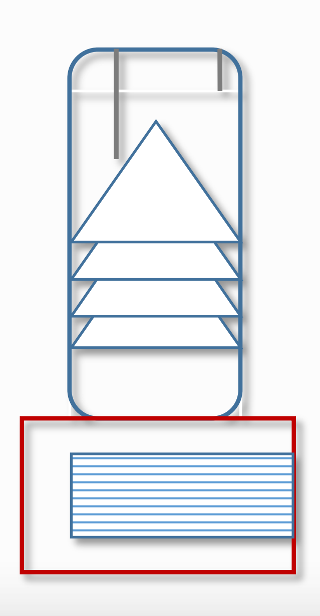


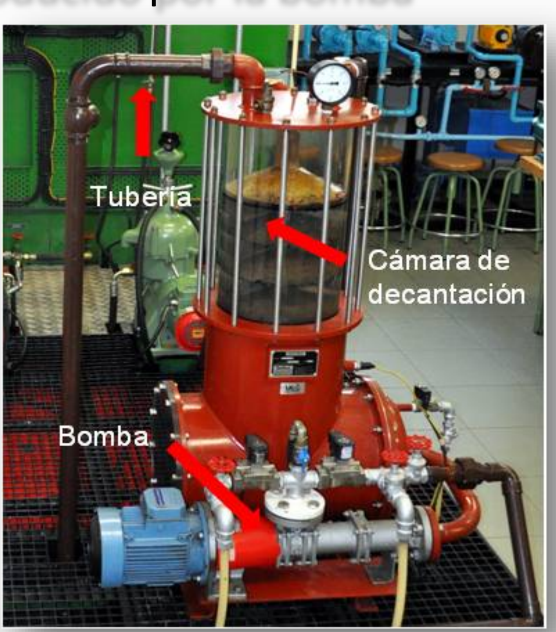


1.3. Principios de funcionamiento (vii)

La diferencia entre los diámetros de la tubería y de la cámara de decantación hace que el efluente pierda su velocidad de forma significativa al entrar en dicha cámara, lo que produce un efecto de separación de las partículas, ya que, al expandirse el efluente al llegar a esta cámara, las partículas sólidas de menor densidad reflotan sobre las más densas

A partir de aquí, se produce una ordenación del líquido en flujo laminar, de mayor a menor densidad, a causa del efecto producido por la bomba





1.3. Principios de funcionamiento (viii)

- Este líquido a continuación circula sobre una estructura troncocónica, fabricada en fibra de vidrio

- Esta estructura está atravesada verticalmente, por el centro, por un tubo perforado de recogida de aceite











1.3. Principios de funcionamiento (ix)

- Durante la circulación de este líquido las partículas de hidrocarburo se van disponiendo en la parte superior de la columna del líquido existente en ese momento en la cámara de decantación, hasta que entran en contacto con la superficie de la estructura troncocónica

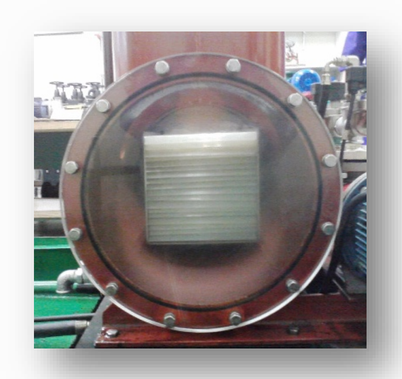
- Debido a la inclinación de los elementos que componen esta estructura, estas gotas de hidrocarburo o aceite ascienden hasta que se introducen en la tubería central que atraviesa los conos de fibra y desde ese momento, al estar el líquido de dicha tubería en reposo, estas gotas ascienden fácilmente por diferencia de densidad

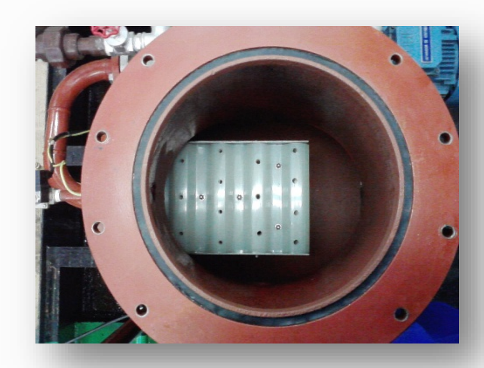




1.3. Principios de funcionamiento (x)

• Las gotas micrométricas de hidrocarburo que no se han conseguido separar en la cámara de decantación llegan hasta el separador laberíntico, situado bajo dicha cámara





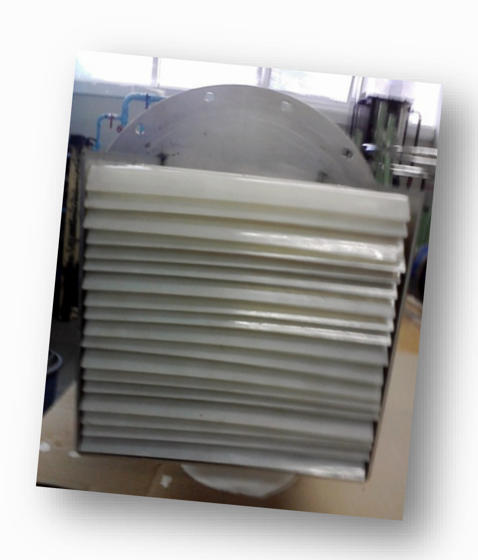
• Debido al pequeño tamaño de las gotas de hidrocarburo existentes en el agua, se precisa un mayor tiempo de contacto de estas gotas con las placas del separador laberíntico para conseguir la separación del efluente

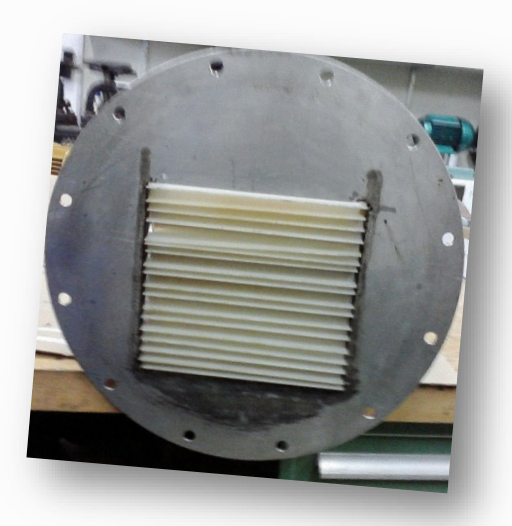


1.3. Principios de funcionamiento (xi)

- El proceso de unificación de las microgotas se facilita mediante el poco espacio existente entre las placas del separador laberíntico, por lo que las microgotas tocan rápidamente dichas placas y se adhieren a ellas, reduciendo la velocidad que traían y facilitando que otras microgotas hagan lo mismo







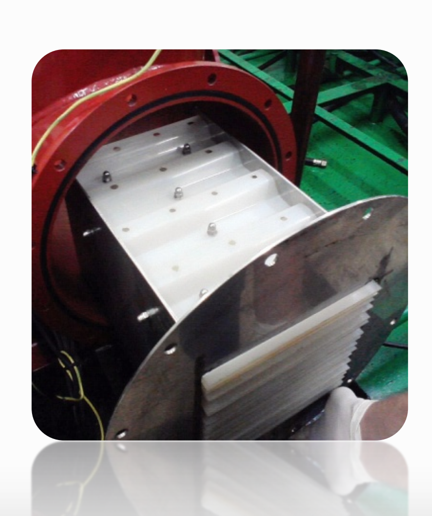


1.3. Principios de funcionamiento (xii)

- Cuando la unión de microgotas alcanza un volumen determinado, ascienden a través de las placas del separador laberíntico, atravesando unos orificios practicados en las placas a tal efecto, arrastrando en su ascenso a las gotas de las placas superiores y saliendo del separador laberíntico hacia la cámara de decantación a través del tubo central de la estructura troncocónica, donde hemos visto que el agua está en reposo y se facilita el ascenso del hidrocarburo hacia la superficie









2. PANEL DE CONTROL

Interruptores e indicadores:

• ***Interruptor general****:* Interruptor/selector de dos posiciones, ***encendido*** *(posición 1)* o ***apagado*** *(posición 0)*

• ***Interruptor de operación****:* Interruptor/selector de tres posiciones…

  • ***funcionamiento automático*** del separador *(posición 1)*

  • ***funcionamiento manual*** del separador *(posición 2)*

  • ***apagado*** del separador *(posición 0)*





2. PANEL DE CONTROL

• ***Interruptor de modo manual***: Interruptor/selector de tres posiciones

- • ***sólo funcionará*** cuando el interruptor de operación se encuentre en la posición de *funcionamiento manual* del separador *(posición 2)*

Las tres posiciones son las siguientes:

Posición 0: Equipo apagado

Posición 1: Se acciona la bomba de aspiración y se abre la válvula solenoide de descarga al mar

Posición 2: Se abre la válvula solenoide de entrada de agua limpia de llenado del separador





2. PANEL DE CONTROL

- ***Interruptor de alarma***: Interruptor/selector de dos posiciones
  - En el caso de que el sistema disponga de *analizador de hidrocarburos*, deberá estar activado *(posición 1)*, teniéndose la posibilidad de anular la alarma *(posición 0)*

- ***Parada de emergencia***: Dispositivo de seguridad (pulsador rojo) situado en el centro del panel de control, cuya finalidad es detener el equipo ante cualquier anomalía en el funcionamiento del mismo





2. PANEL DE CONTROL

- ***Amperímetro****:* Indica el consumo de la bomba
    - Sirve para detectar cualquier anomalía en el funcionamiento del sistema mediante una variación en el consumo

- Así mismo, la bomba dispone de una ***protección térmica*** para evitar daños en el motor por sobrecarga





2. PANEL DE CONTROL

• ***Lámparas indicadoras****:* Funcionarán únicamente cuando el *interruptor de operación* se encuentre funcionando en ***modo manual*** *(posición 2)* y nos indican lo siguiente:

V 1: Válvula solenoide de descarga al mar en posición abierta

V 2: Válvula solenoide de entrada de agua limpia al separador abierta

M 1: Bomba en funcionamiento

T: El protector térmico de la bomba se ha activado





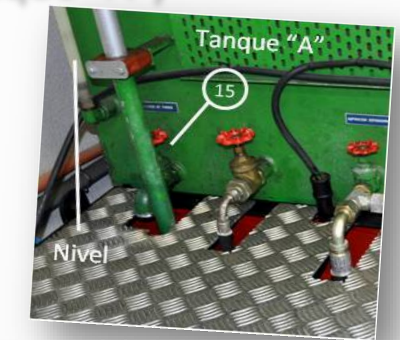
3. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

3.1. Preparación para la puesta en marcha del separador

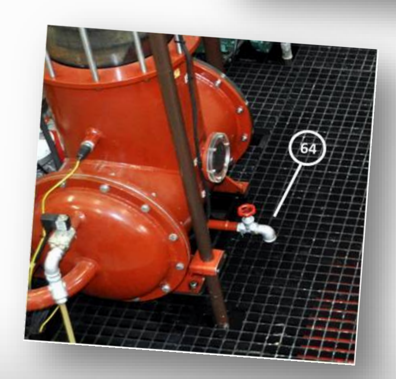
1. Comprobar que la válvula de entrada de agua de la red general al sistema se encuentra abierta. Esta válvula se localiza detrás de los tanques de almacenamiento de residuos, en la pared

2. Comprobar que se dispone de una cantidad de residuos suficiente para la puesta en funcionamiento del sistema, haciendo una lectura directa sobre el nivel del tanque para almacenamiento de combustible contaminado (tanque "A")

3. Abrir la válvula nº. 15 de vaciado del tanque "A", para descargar todo su contenido a la sentina



4. Comprobar que la válvula nº 64, de purga del separador, se encuentra cerrada

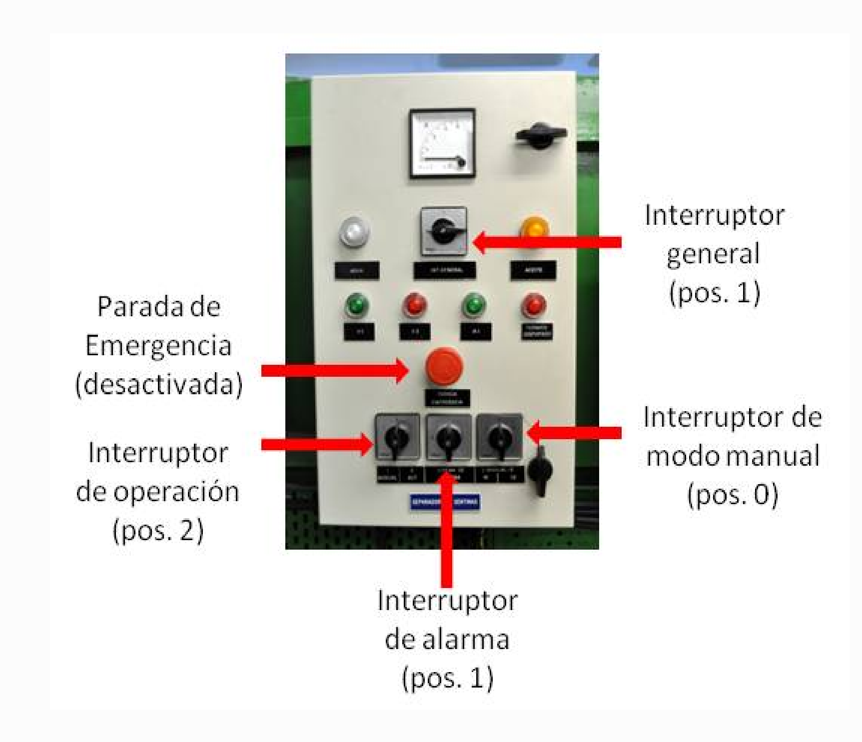




3.2. Puesta en marcha del separador en "modo automático" (i)

• Comprobar que los interruptores del panel de control se encuentran en la siguiente posición:

- ***Parada de emergencia*** (9): desactivada
- ***Interruptor general*** (3): en posición 1 (arranque)
- ***Interruptor de alarma*** (11): en posición 1 (en servicio)
- ***Interruptor de modo manual*** (12): en posición 0 (apagado)
- ***Interruptor de operación*** (10): en posición 2 (automático)



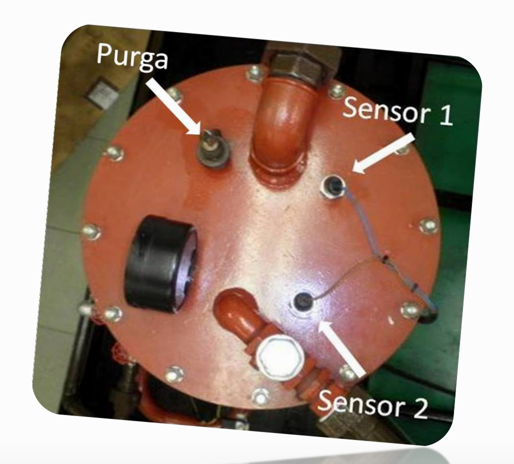


3.2. Puesta en marcha del separador en "modo automático" (ii)

- Al actuar sobre el interruptor de operación (10) comienza la fase de llenado inicial del separador, a través de la válvula solenoide (34), la cual se abrirá automáticamente, permitiendo el paso de agua limpia procedente de la red general al separador







- En estos momentos existe aire tanto en la cámara del separador laberíntico como en la cámara de decantación

- Para su expulsión, abrir la válvula de purga (65) situada en el exterior de la tapa superior de esta cámara

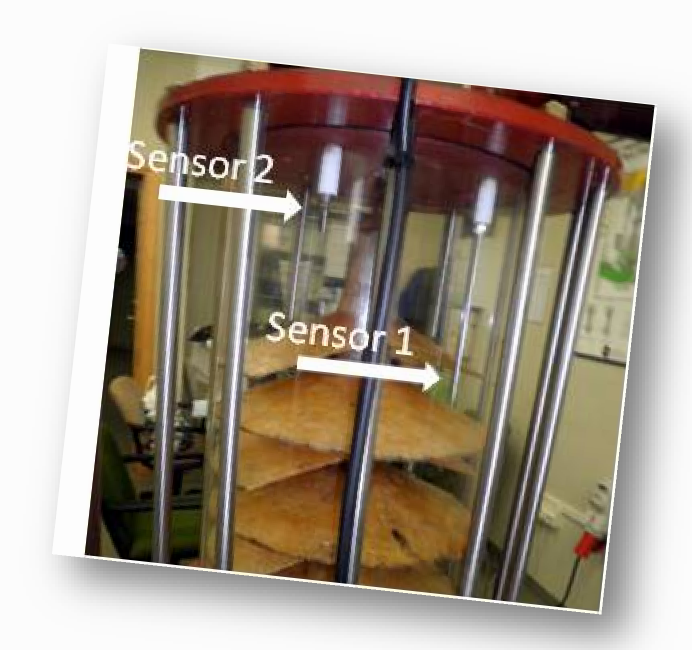


3.2. Puesta en marcha del separador en “modo automático” (iii)

• Al subir el nivel de la columna de agua en el interior de la cámara, el aire sale de la misma a través de la purga, hasta que el nivel de agua alcanza el sensor más corto (sensor 2) situado en la parte inferior de la tapa de dicha cámara

• En este momento se desactiva automáticamente la válvula solenoide (34) y deja de entrar agua de la red

• Cerrar ahora la purga (65)





3.2. Puesta en marcha del separador en "modo automático" (iv)

- A partir de este momento, se realizan, de forma automática y simultánea, las siguientes operaciones:
  - Se activa la bomba del separador (35)
  - Se activa la válvula solenoide (38) de descarga de agua al mar
  - Comienza a circular el agua hacia el analizador a través de la válvula de toma de muestra de hidrocarburos (39)
  - Se produce un vacío dentro de la cámara de decantación, producido por la bomba



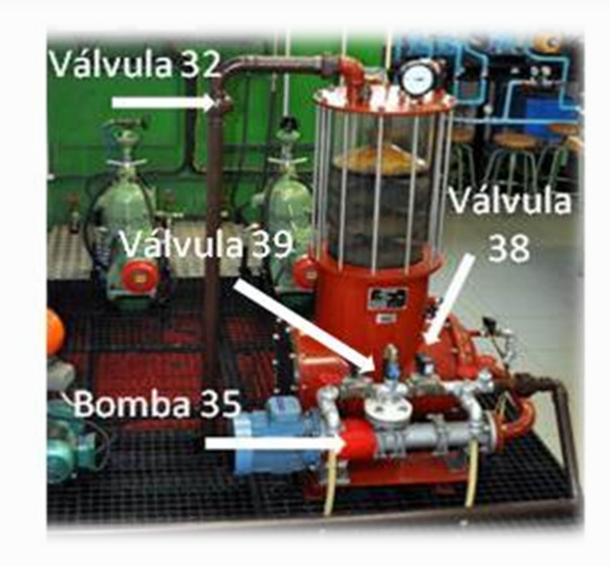
- El vacío producido por la bomba crea una depresión que provoca que el líquido existente en la sentina se eleve, a través de la tubería de aspiración, hacia la cámara, atravesando la válvula de retención (32)



3.2. Puesta en marcha del separador en "modo automático" (v)

• El sistema continúa funcionando en estas condiciones, hasta que el peso de la columna de hidrocarburo/aceite es tal que el agua existente en la parte inferior deja de contactar con el sensor número 1, momento en el que se vuelve a invertir automáticamente el proceso:

- Se desactiva la bomba del separador (35)
- Se desactiva la válvula solenoide (38) de descarga al mar
- Se activa la válvula solenoide (34) de agua de la red







3.2. Puesta en marcha del separador en "modo automático" (vi)

- El agua que entra de nuevo a través de la válvula solenoide (34) desplaza hacia arriba la columna de hidrocarburo/aceite

- Esto produce un aumento de la presión de aire en el interior de la cámara que hace que se cierre la válvula de retención de aspiración del separador (32) y se abra la válvula de retención de descarga de hidrocarburos (33), a través de la cual fluirá el hidrocarburo/aceite existente en la parte superior de la columna de agua hacia el tanque de almacenamiento de combustible contaminado (tanque "A"), hasta que el agua de la columna es detectada por el sensor número 2, momento en el que se vuelve a invertir el proceso, comenzando de nuevo el ciclo hasta que lo detengamos





3.3. Puesta en marcha del separador en “modo manual” (i)

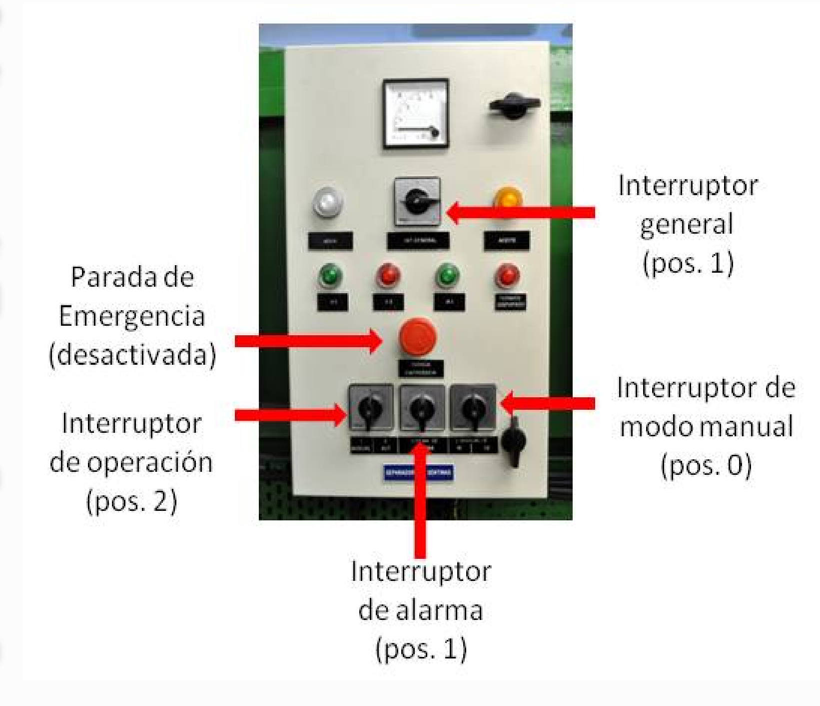
- También podemos hacer que realice su función de forma manual, cuando falle algún elemento que funcione de forma automática, por ejemplo los sensores (1 y 2) o la válvula solenoide (34) de entrada de agua

- Para poner en funcionamiento el equipo de forma manual, desde el inicio, actuar sobre el panel de control de la siguiente forma:

  - ***Interruptor de operación*** (10): en posición 1 (manual)

  - ***Interruptor de modo manual*** (12): en posición 2 (activada la válvula solenoide 34)

- Con esto se consigue que el separador comience a llenarse de agua





3.3. Puesta en marcha del separador en "modo manual" (ii)

- En el panel de control existen dos testigos luminosos situados a ambos lados del interruptor general (3), uno de color blanco y otro de color amarillo

- En el momento en que el equipo esté lleno de agua, se iluminarán ambos testigos, momento en el que debemos cambiar el interruptor de modo manual (12) desde la posición 2 hasta la posición 1

- En este momento se simultanean varias acciones:

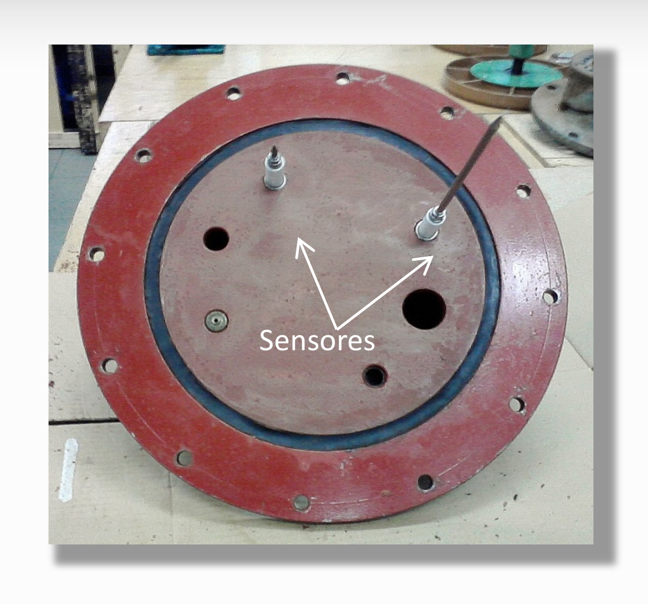
  - Se activa la bomba del separador (35)
  - Se activa la válvula solenoide (38) de descarga de agua al mar
  - Comienza a circular el agua hacia el analizador a través de la válvula de toma de muestra de hidrocarburos (39)
  - Se desactiva la válvula solenoide (34) de entrada de agua



4. SENSORES DE NIVEL
4.1. Sondas

- En la tapa superior de la cámara de hidrocarburos se encuentran instalados dos sensores, cuya misión es detectar el máximo/mínimo de hidrocarburo/agua

- Estos sensores **realizan su función solamente cuando el equipo está funcionando en modo *automático***





- En el panel de control del equipo se encuentran instalados dos indicadores luminosos:
  Blanco: indica el nivel de agua
  Amarillo: indica el nivel de aceite/hidrocarburos

- Estos indicadores **sólo estarán activos cuando el equipo se encuentre trabajando en modo *manual***



4.2. Observaciones

- Para proceder a la puesta en marcha del equipo hay que considerar las siguientes pautas:

- Hacer funcionar el equipo en modo ***manual*** solamente si existiese alguna avería en el controlador de nivel de hidrocarburos

- Si el equipo está funcionando en modo ***automático***, el interruptor de operación debe de estar en la posición **AUT (2)**, con lo que queda anulado el modo manual

- Proceder a la limpieza de los sensores de nivel con frecuencia para asegurar un correcto funcionamiento de los mismos



5. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

5.1. Limpieza del equipo

- El mantenimiento del equipo se limita a la limpieza interior de sus componentes, eliminando los residuos densos que no flotan y que quedan retenidos en el interior del mismo

- Resulta conveniente una limpieza a fondo del equipo **cada 1000 horas de funcionamiento**

INICIO EN “MODO MANUAL”

DESMONTAJE Y LIMPIEZA

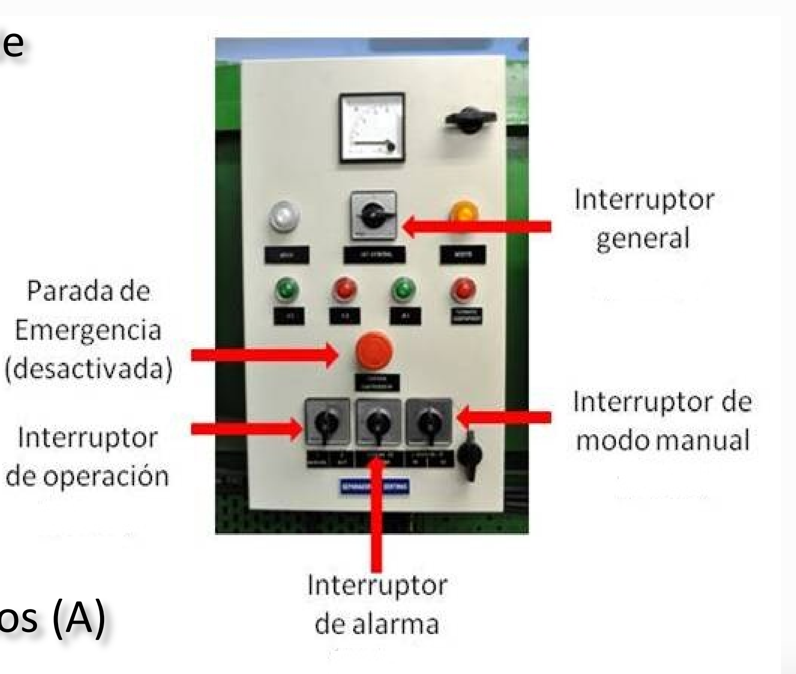
MONTAJE



- Limpieza de la cámara mediante el proceso de funcionamiento manual
- ***Objetivo:*** enviar los restos de residuos flotantes hacia el tanque de almacenamiento "A"
- Realizar este proceso **cada vez que se utilice el equipo**, siguiendo los siguientes pasos:

a. Colocar el interruptor de operación del panel de control en la posición **"manual" (1)**

b. Colocar el interruptor de *"modo manual"* en la posición **"V2"**, para introducir agua limpia en el separador de sentina, durante 5 minutos aproximadamente, para que todo el aceite que se encuentre en el interior del separador se descargue en el tanque de residuos (A)





5.1.1 Primera fase: Inicio en “modo manual” (ii)

c. Parar el equipo, colocando en la posición **“0”** el interruptor de *“modo manual”,* el interruptor de *“operación”* y el interruptor *“general”*



d. Abrir la válvula de purga del separador (64) y dejar que se descargue todo el contenido del mismo a la sentina



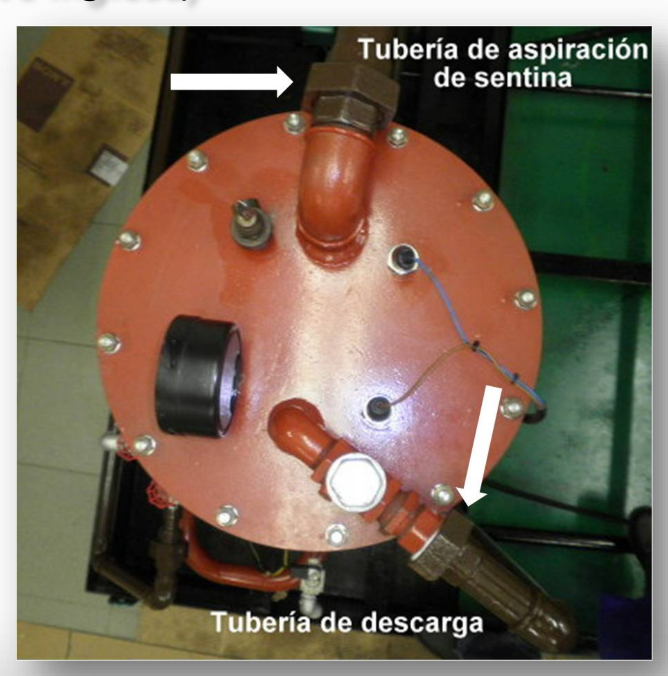


5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (i)

- **Desmontaje del equipo para la limpieza interior de todos los componentes**

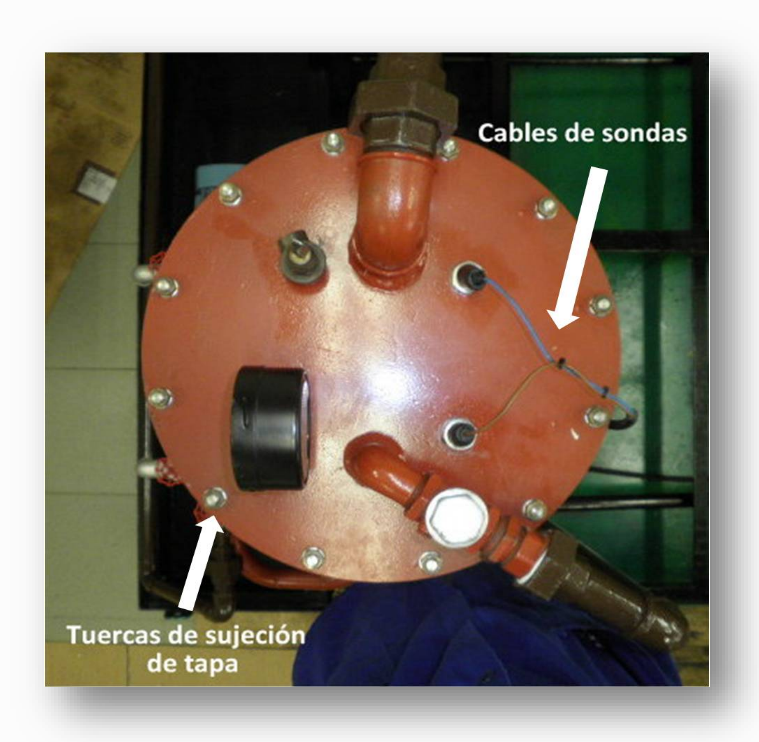
a. Desconectar la tubería de aspiración de la sentina *(llave fija número 75, o llave Stillson, o llave inglesa)*

b. Desconectar la tubería de descarga al tanque de residuos *(llave fija número 55, o llave Stillson, o llave inglesa)*





5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (ii)



c. Desconectar los cables de los dos sensores de la tapa superior *(destornillador Phillips estrella del número 2)*

d. Liberar la tapa superior del cilindro, desenroscando las 12 tuercas de sujeción *(llave plana o de estrella del número 17)*

e. Retirar la tapa con la precaución de no dañar las sondas

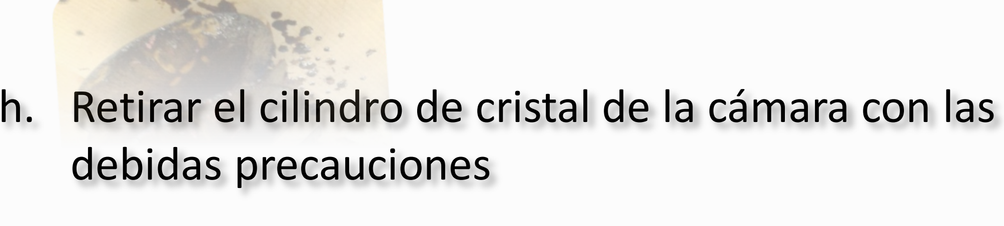


5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (iii)

f. Desenroscar la parte inferior de las varillas de acero para retirarlas *(llave plana o de estrella número 17)*



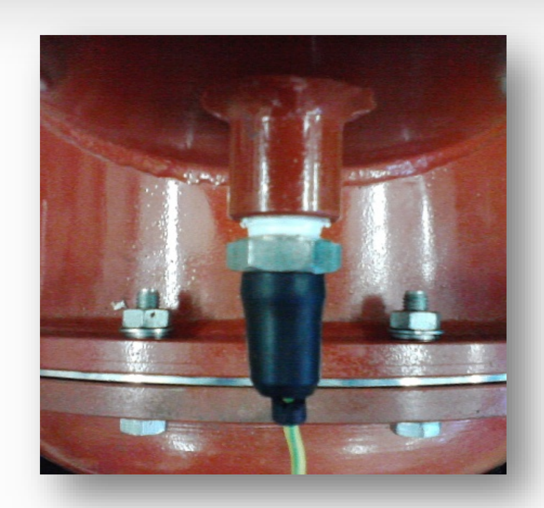
g. Sacar el paquete de placas troncocónicas del interior del cilindro



h. Retirar el cilindro de cristal de la cámara con las debidas precauciones



5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (iv)



i. Desenroscar el sensor de nivel mínimo de agua *(llave fija plana número 27)*



j. Desenroscar los 6 tornillos con tuercas de la tapa de la mirilla, *(dos llaves fijas planas o estrella, del número 10)*





5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (v)



k. Desmontar la tapa lateral de metacrilato, *(dos llaves fijas planas o estrella, número 17)* para desenroscar los 12 tornillos de sujeción



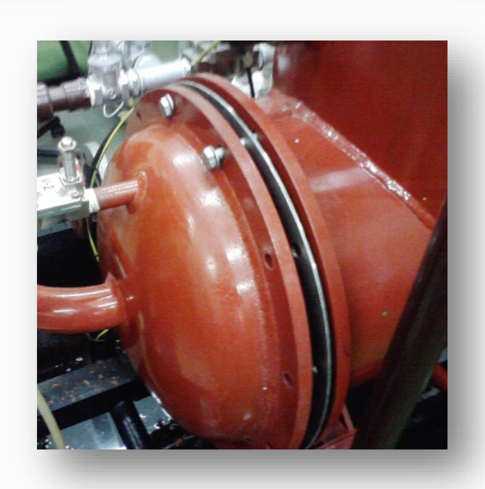
l. Desmontar la bobina de la electroválvula *(llave fija plana o estrella, número 14)*

m. Desmontar la tubería de entrada de agua, *(llave fija plana, número 23)*



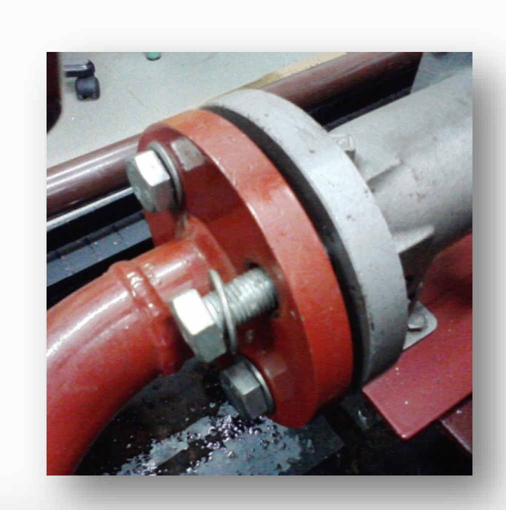


5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (vi)



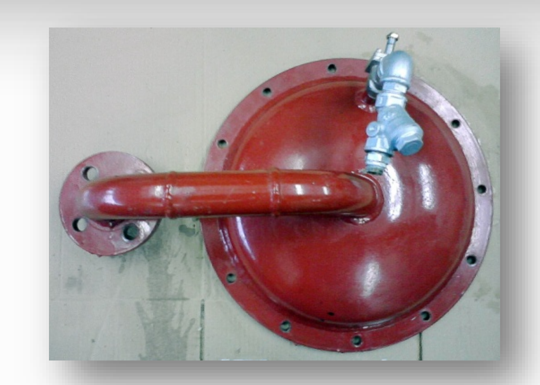
n. Desabrochar los 12 tornillos de sujeción de la cubierta metálica lateral *(dos llaves fijas planas o estrella, número 17)*

o. Liberar la brida de conexión a la bomba, desenroscando los cuatro tornillos de sujeción *(dos llaves fijas planas o estrella, del número 24)*

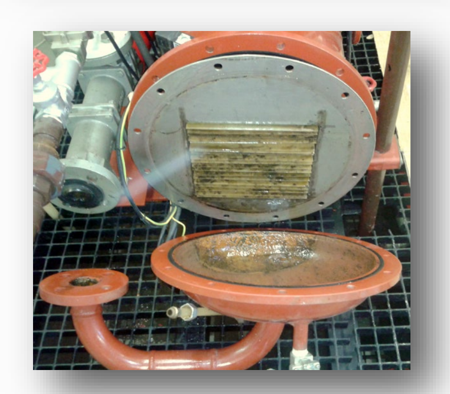




5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (vii)



p. Retirar la cubierta metálica desabrochada, junto con la brida



q. Extraer el contenedor con el paquete de placas del separador laberíntico

r. Limpiar mirillas de metacrilato

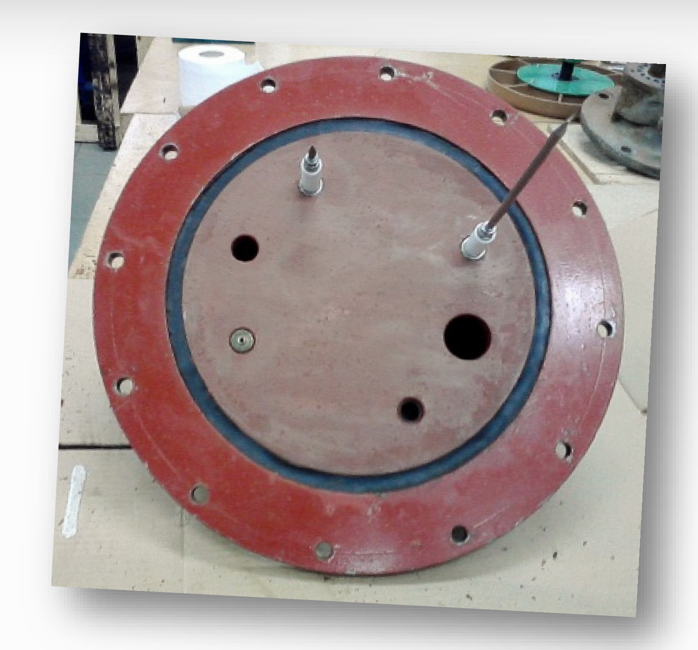




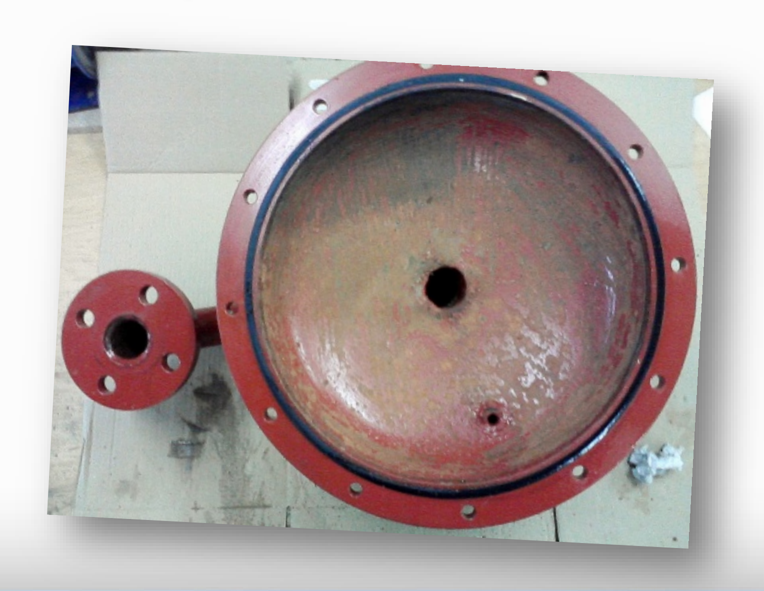


5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (viii)

s. Limpiar la tapa superior del tanque de decantación, incluyendo los sensores de nivel de máximo y mínimo



t. Limpiar la cubierta metálica lateral





5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (viii)

u. Limpiar las placas troncocónicas

v. Limpiar el cilindro de cristal





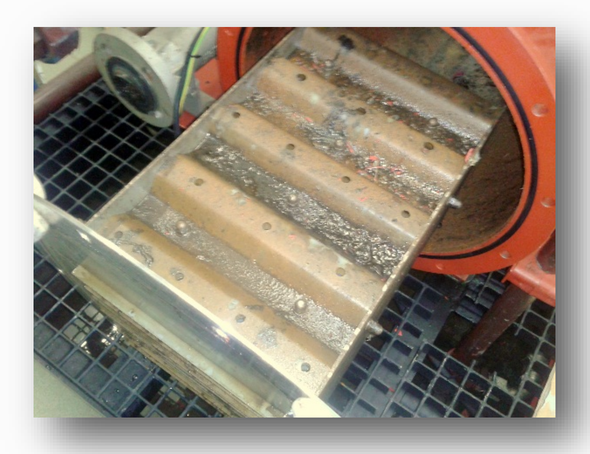




5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (ix)

w. Desmontar y limpiar las placas del separador laberíntico



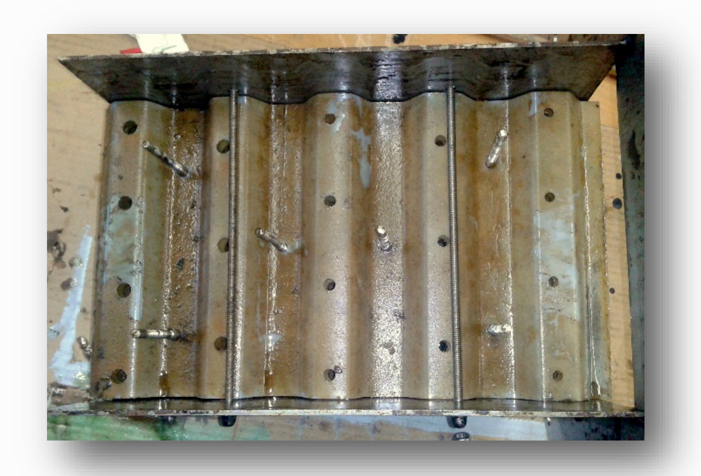






5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (x)

w. Desmontar y limpiar las placas del separador laberíntico







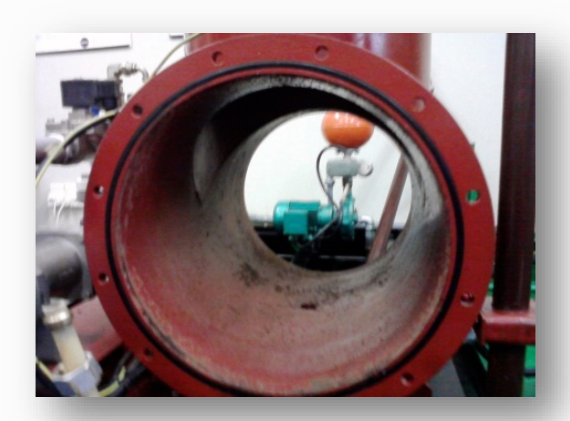


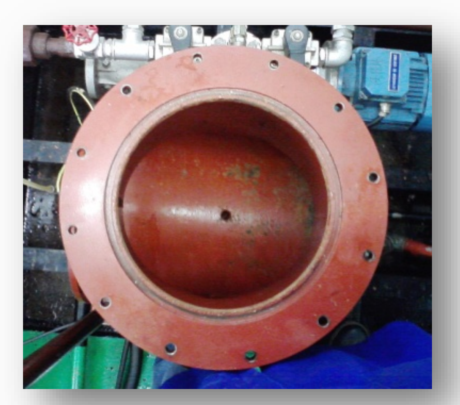


5.1.2. Segunda fase: desmontaje y limpieza (xi)

x. Limpiar el interior de la estructura del equipo





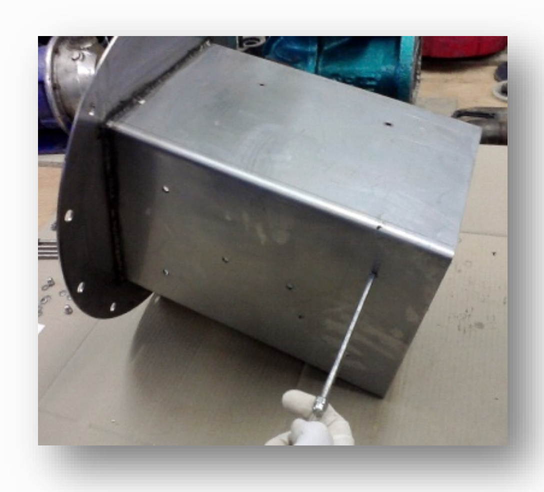




5.1.3. Tercera fase: montaje (i)

1. En primer lugar montar el paquete de placas que componen el separador laberíntico, para lo se procederá como sigue:

    a. Insertar las varillas roscadas desde la parte inferior del soporte metálico



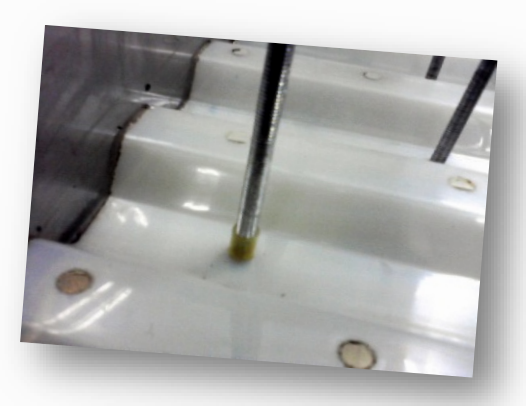


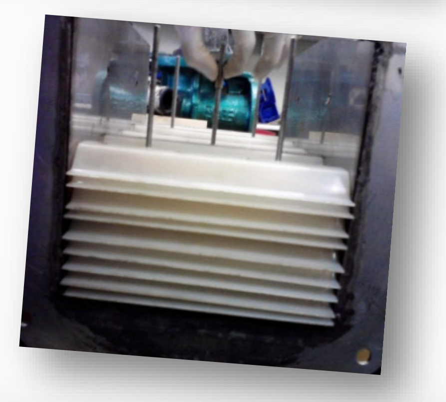


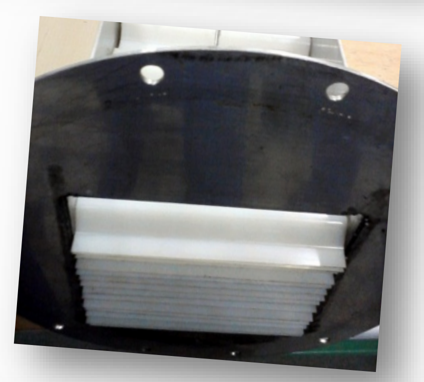
5.1.3. Tercera fase: montaje (ii)

b. Comenzar el montaje del paquete de placas, colocando entre las mismas los separadores de goma





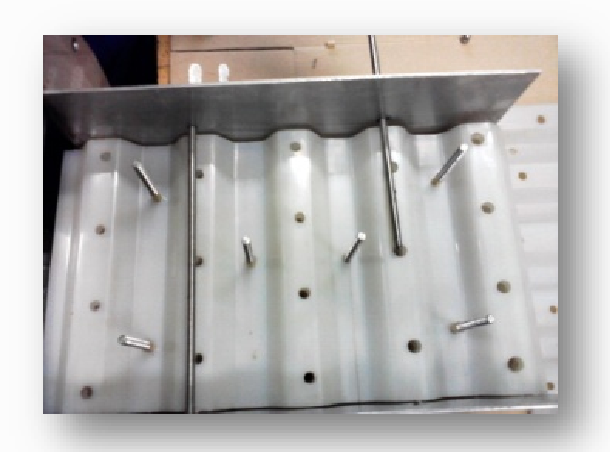


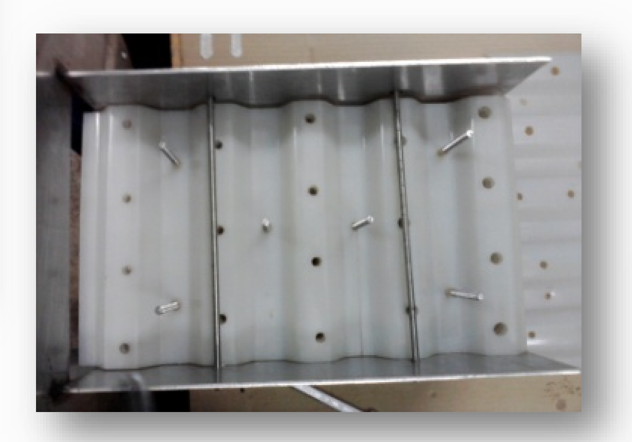




5.1.3. Tercera fase: montaje (iii)

c. Cuando las placas alcancen la altura de los orificios laterales practicados en el soporte metálico, colocar las dos varillas roscadas en sentido transversal





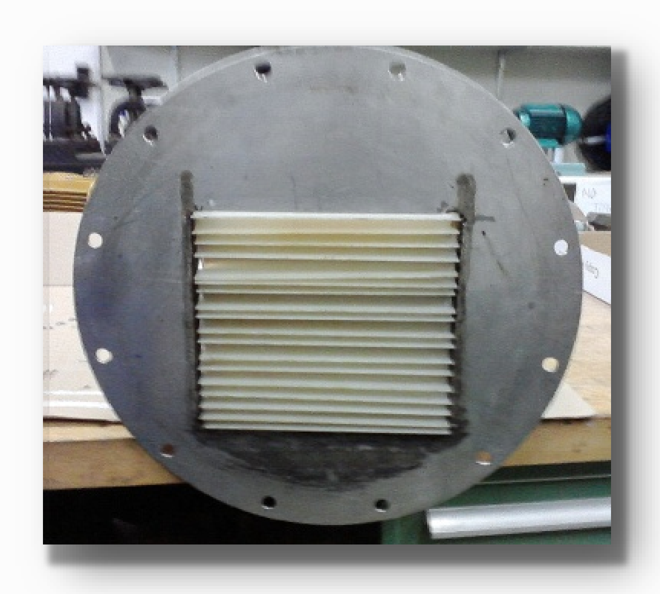


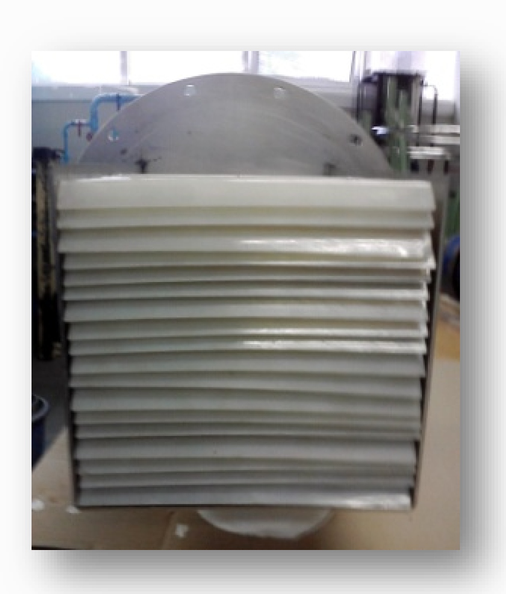


5.1.3. Tercera fase: montaje (iv)

d. Continuar colocando las placas restantes y luego atornillar las tuercas ciegas en el terminal de cada varilla roscada



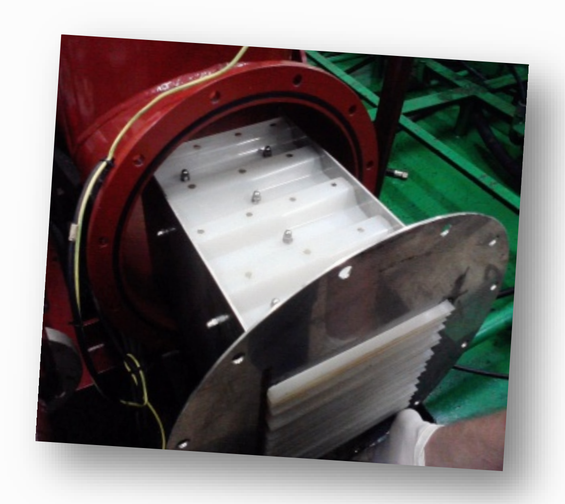


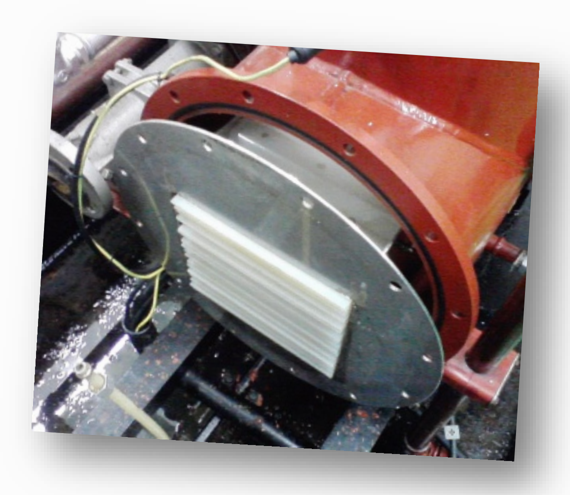


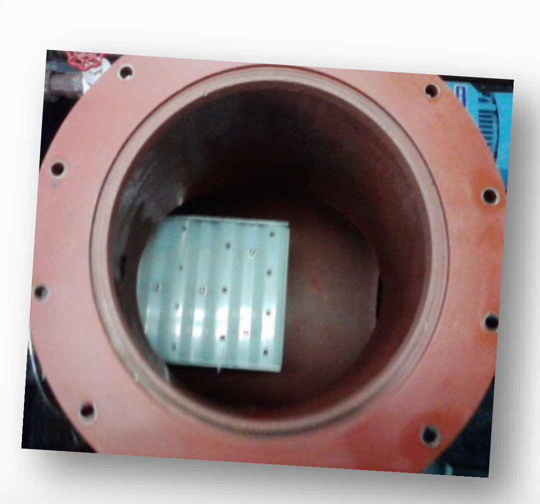


5.1.3. Tercera fase: montaje (v)

2. Colocar el soporte metálico con las placas dentro de la estructura del equipo









5.1.3. Tercera fase: montaje (vi)

3. Colocar la cubierta metálica lateral y atornillarla *(dos llaves fijas planas o estrella, número 17)*



4. Atornillar los cuatro tornillos de fijación de la brida a la bomba *(dos llaves fijas planas o estrella, del número 24)*



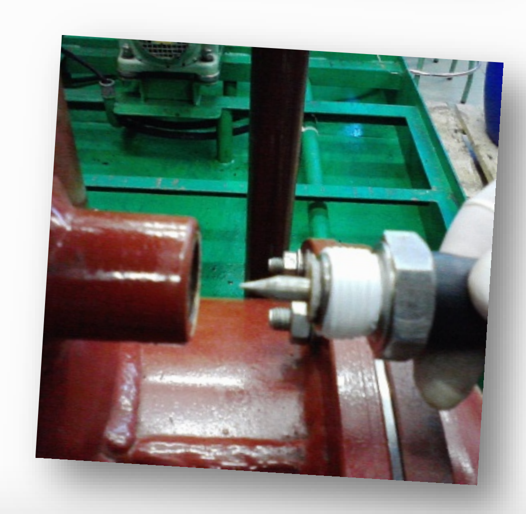


5.1.3. Tercera fase: montaje (vii)



5. Colocar en su posición la bobina de la electroválvula *(llave fija plana o estrella, número 14)*

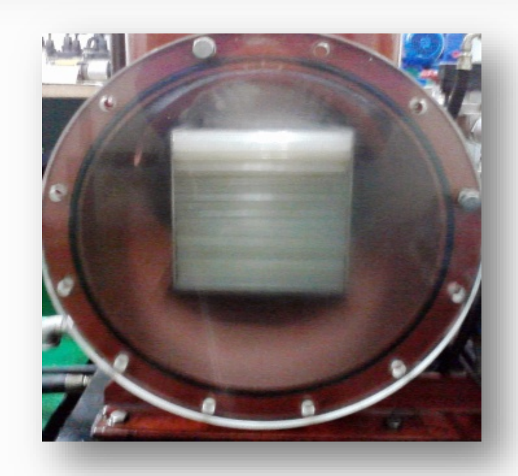
6. Colocar la manguera de toma de agua *(llave fija plana, número 23)* añadiendo cinta de teflón a la rosca



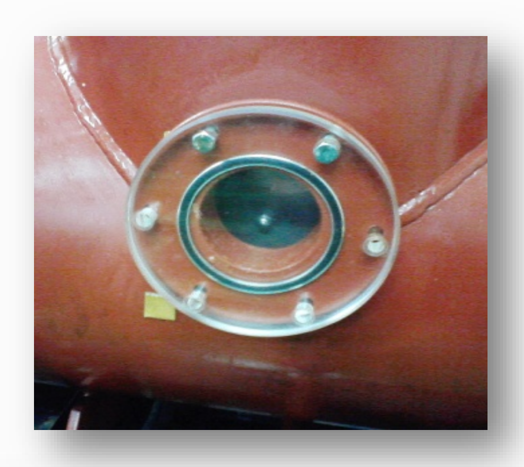
7. Colocar el sensor de nivel mínimo en su posición, aplicando cinta de teflón a la rosca *(llave fija plana, número 27)*



5.1.3. Tercera fase: montaje (viii)



8. Montar la mirilla lateral de metacrilato (grande), fijando los 12 tornillos *(dos llaves fijas planas o estrella, número 17)*



9. Montar la mirilla de metacrilato, fijando los 6 tornillos, *(dos llaves fijas planas o estrella, del número 10)*

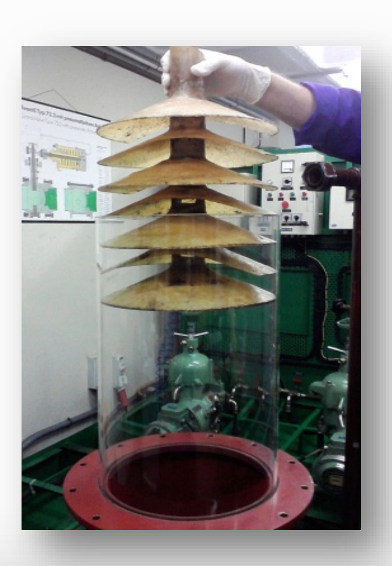


5.1.3. Tercera fase: montaje (ix)

10. Situar el cilindro de cristal en su posición

11. Introducir el conjunto de placas troncocónicas en el interior del cilindro, observando que éste ocupe su posición correcta, para que no obstaculice posteriormente el paso del sensor metálico de nivel más largo de la tapa superior cuando se vaya a colocar dicha tapa

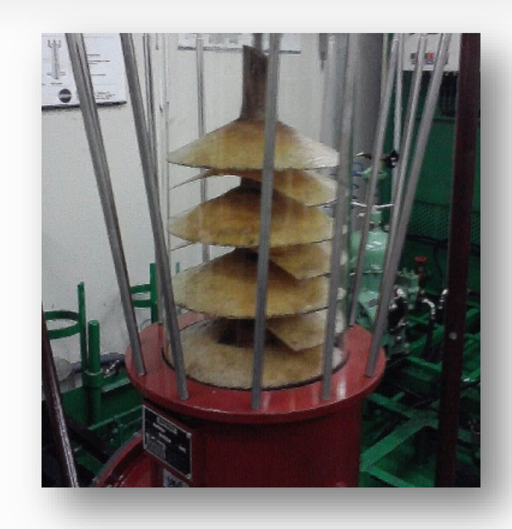








5.1.3. Tercera fase: montaje (x)



12. Proceder al montaje de las doce varillas de acero sobre la base superior de la estructura del equipo *(llave fija plana o estrella, número 17)*



13. Colocar la tapa metálica superior del conjunto en su posición correcta, introduciendo las varillas metálicas por los orificios correspondientes, fijándola mediante tuercas *(llave fija plana o estrella, número 17)*



5.1.3. Tercera fase: montaje (xi)

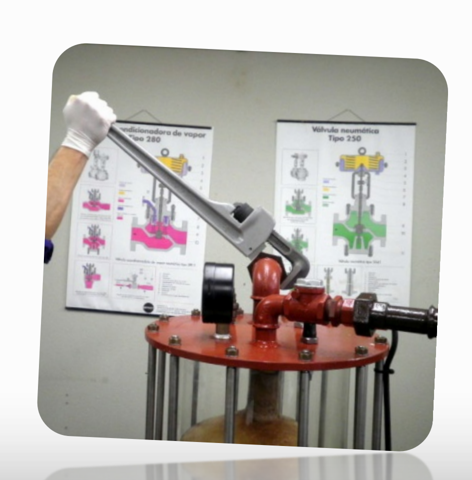


14. Conectar los cables correspondientes a los sensores de nivel *(destornillador Phillips, número 2)*



15. Conectar la tubería de descarga al tanque de residuos, aplicando teflón a la rosca *(llave fija plana del número 55, o llave inglesa, o llave Stillson)*

16. Conectar la tubería de aspiración de la sentina, aplicando teflón a la rosca *(llave fija plana, número 75, o una llave Stillson)*




BY NC SA


Fin